

Разработка драйвера управляемого по I²C источника питания

студент: Куян А.С.

научный руководитель: д.т.н проф. Семенихин С.В.

ЗАО МЦСТ, отделение ОС Эльбрус
Отдел ПО компьютерных платформ Эльбрус

Москва, 2013

Обеспечение программной поддержки со стороны ОС управляемого по I²C источника питания

Источник питания основан на микросхемах: **Intersil ISL22317** и **NXP PCA9536** -клиенты I²C. Задачи:

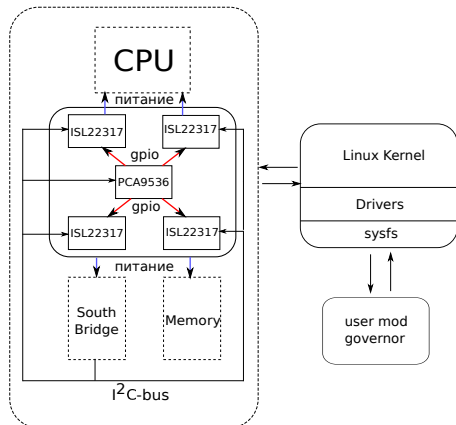
- **Реализация интерфейса** для взаимодействия пользователя (userland) и оборудования: разработка драйвера для **ISL22317** и его отладка на тестовом стенде
- **Отражение функциональности** источника питания в реализуемом интерфейсе

Требования к драйверу:

- **Универсальность** - возможность взаимодействовать с любым I²C-контроллером
- **Кроссплатформенность** - отсутствие архитектурно зависимого кода

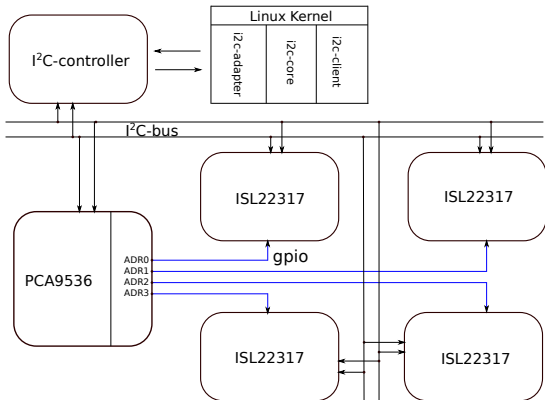
Общая схема взаимодействия компонентов

- **I²C** - последовательная, двухпроводная шина
- **ISL22317** - цифровой потенциометр, клиент I²C
- **PCA9536** - коммутатор gpio, клиент I²C



Уровни взаимодействия

- Поддержка в ядре ОС.
- Переключение между потенциометрами.
- Пользовательский интерфейс микросхемы ISL22317.



Пользовательский интерфейс микросхемы ISL22317

Интерфейс драйвера реализован в виртуальной файловой системе sysfs

```
sys/class/i2c-dev/i2c-0/devices/0-002a
```

- ├-- **reinit_chip** - реинициализации драйвера
- ├-- **wiper** - значение напряжения
- ├-- **ivalue** - значение напряжения по умолчанию
- ├-- **mode** - переключение между режимами potentiometr и resistor
- ├-- **precision** - точность
- ├-- **power_state** - режим энергопотребления

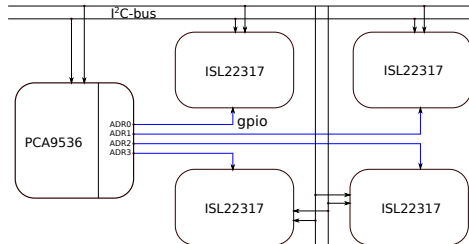
Согласно драйверной модели директории соответствуют: i2c-0 - 0-й шине, а 0-002a адресу устройства.

Выбор активного потенциометра

Применение микросхемы PCA9536 позволяет управлять напряжением в 4-х каналах, используя её файловый интерфейс для переключения между потенциометрами:

```
# ls /sys/class/i2c-dev/i2c-0/devices/0-0041
```

export - инициализация пинов
direction - направление пинов
value - значение на пине



Выбор активного потенциометра

Последовательность действий для переключения между потенциометрами

Действия	Команды
Экспорт всех gpio пинов микросхемы PCA9536:	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0 \$ echo "0" > ./devices/0-0041/export \$ echo "1" > ./devices/0-0041/export \$ echo "2" > ./devices/0-0041/export \$ echo "3" > ./devices/0-0041/export</pre>
Установка направления пинов в "output":	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0 \$ echo "out" > ./devices/0-0041/gpio0/direction \$ echo "out" > ./devices/0-0041/gpio1/direction \$ echo "out" > ./devices/0-0041/gpio2/direction \$ echo "out" > ./devices/0-0041/gpio3/direction</pre>
Выбор потенциометра	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0 \$ echo "1" > ./devices/0-0041/gpio0/value \$ echo "0" > ./devices/0-0041/gpio1/value \$ echo "0" > ./devices/0-0041/gpio2/value \$ echo "0" > ./devices/0-0041/gpio3/value</pre>

Поддержка в ядре ОС

- **Универсальность** обеспечивается использованием протокола SMBus.
- **Кроссплатформенность** обусловлена драйверной моделью.

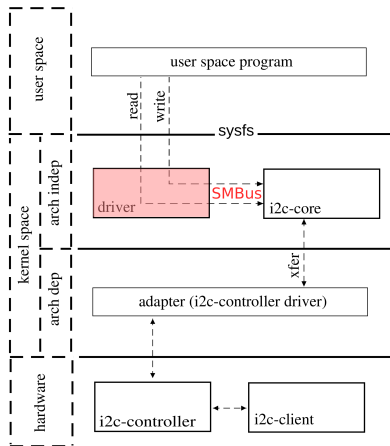
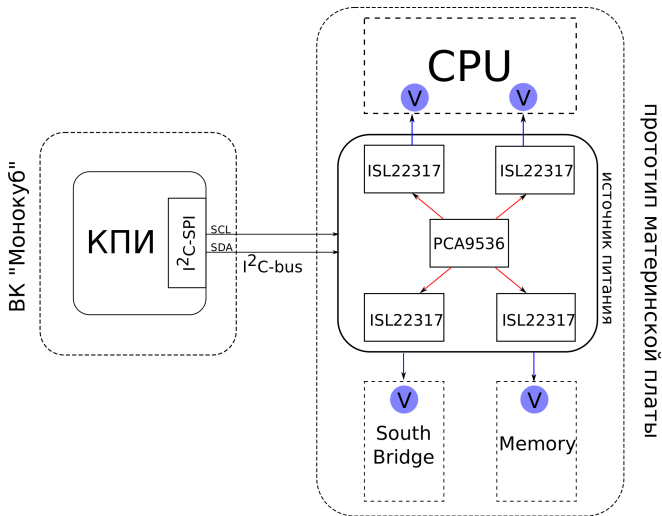


Схема тестового стенда



Алгоритм управления питанием из user space

Действия	Команды
Загрузка необходимых модулей:	<pre>\$ modprobe i2c-dev \$ modprobe pca953x \$ modprobe isl22317</pre>
Экспорт всех gpio пинов и установка их направления в "output":	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0/devices \$ echo "0" > ./0-0041/export \$ echo "1" > ./0-0041/export \$ echo "2" > ./0-0041/export \$ echo "3" > ./0-0041/export \$ echo "out" > ./0-0041/gpio0/direction \$ echo "out" > ./0-0041/gpio1/direction \$ echo "out" > ./0-0041/gpio2/direction \$ echo "out" > ./0-0041/gpio3/direction</pre>
Выбор и реинициализация потенциометра:	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0 \$ echo "1" > ./devices/0-0041/gpio0/value \$ echo "0" > ./devices/0-0041/gpio1/value \$ echo "0" > ./devices/0-0041/gpio2/value \$ echo "1" > ./devices/0-002a/reinit_chip</pre>
Установка напряжения :	<pre>\$ cd /sys/class/i2c-dev/i2c-0 \$ echo <value> > ./devices/0-002a/wiper</pre>

Результаты

- Разработан и включен в состав ядра драйвер для потенциометра ISL22317.
- В интерфейсе драйвера отражена функциональность микросхемы ISL22317.
- Произведена отладка на тестовом стенде.

Разработанный драйвер обладает следующими свойствами:

- **Кроссплатформенность** - драйвер находится в архитектурно независимой части ядра.
- **Универсальность** - драйвер использует SMBus и может взаимодействовать с любым совместимым контроллером.

Универсальный, кроссплатформенный код может быть передан сообществу:

- поднят git сервер и web-интерфейс git.mcst.ru;
- драйвер внесен в репозиторий.

Публикации

Результат работы изложен в статье:

Kravtsunov E., Kuyan A., Radchenko S., Kozlov A.

Linux Kernel Drivers for I²C-manageable High Precision Power Source Based on ISL22317 and PCA9536 Chips,

доложен на конференции FRUCT2012 в г. Оулу (Финляндия) и опубликован в сборнике трудов конференции.